

Q2

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

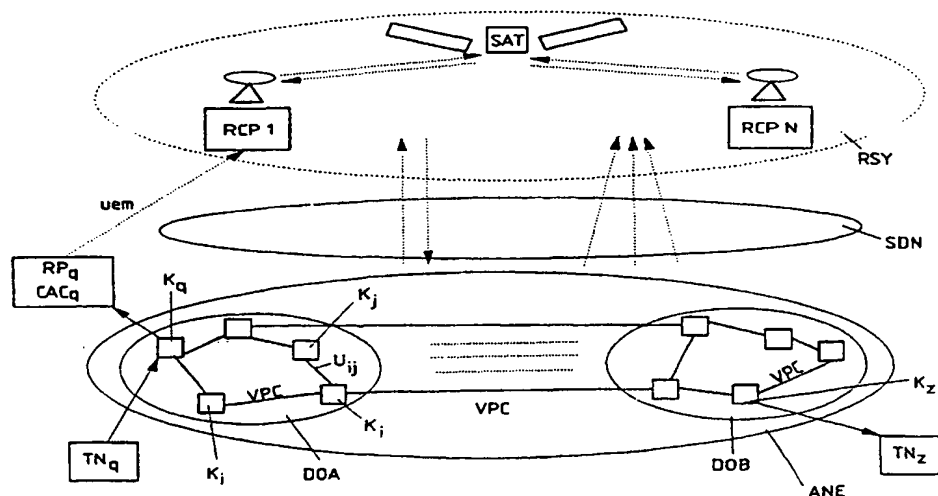
<p>(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : H04Q 11/04, H04L 12/56</p>	<p>A2</p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/11906</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 2. März 2000 (02.03.00)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/02484</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 9. August 1999 (09.08.99)</p> <p>(30) Prioritätsdaten: 198 37 243.4 17. August 1998 (17.08.98) DE</p> <p>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und</p> <p>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): RAMMER, Josef [AT/AT]; Ettenreichgasse 40/11, A-1100 Wien (AT). CONTE, Marco [IT/AT]; Pohlsgasse 8/3/3, A-1120 Wien (AT). FISCHER, Gerhard [AT/AT]; Schenkendorfsgasse 48, A-1210 Wien (AT). BELLA, Luigi [IT/NL]; Jan van Henegouwenweg 32, NL-2202 HZ Noordwijk a/zee (NL). CHUMMUN, Ferial [CA/NL]; Rapenburg 27, NL-2311 GG Leiden (NL).</p> <p>(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE- SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D-80506 München (DE).</p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: CA, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i></p>	

(54) Title: METHOD FOR ROUTING CONNECTIONS IN AN ATM NETWORK

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM ROUTEN VON VERBINDUNGEN IN EINEM ATM-NETZ

(57) Abstract

A method for routing connections in a connection-oriented communication network containing switching nodes (K_i) and transmission paths (U_{ij}) between the nodes. Routing processors (RP_i) are allocated to said nodes and an alternate route is determined by means of a routing algorithm in a routing system (RSY) according to the frequency of congestion in the transmission paths. ATM connection requests from subscribers are checked in the routing processors (RP_i) against the controlled route. A negative decision is indicated when said route is not available for a specific connection request and an overflow message is sent to the routing system (RSY) containing the subscriber's relevant cell rate request and the current fill status of the transmission path. The alternate route is determined by taking into account the frequency of overflow messages for specific cell rate requests from other routes.



(57) Zusammenfassung

Ein Verfahren zum Routen von Verbindungen in einem verbindungsorientierten Kommunikationsnetz, welches Vermittlungsknoten (K_i) und Übertragungswege (U_{ij}) zwischen den Knoten enthält, bei welchem den Knoten Routingprozessoren (RP_i) zugeordnet sind und mit Hilfe eines Routing-Algorithmus in einem Routingsystem (RSY) in Abhängigkeit von der Häufigkeit der Blockierungsereignisse der Übertragungswege eine Ausweichroute bestimmt wird, in den Routingprozessoren (RP_i) von Teilnehmern einlangende ATM-Verbindungsanforderungen hinsichtlich der eingestellten Route überprüft werden, bei Nichtverfügbarkeit dieser Route für die spezifische Verbindungsanforderung eine negative Entscheidung gemeldet und an das Routingsystem (RSY) eine Überlaufmeldung abgegeben wird, welche auch die zugehörige Zellraten-Anforderung des Teilnehmers sowie den aktuellen Füllzustand des Übertragungsweges enthält, und die Ausweichroute unter Berücksichtigung der Häufigkeit der Überlaufmeldungen für bestimmte Zellraten-Anforderungen von anderen Routen die Ausweichroute bestimmt wird.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshjan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Beschreibung

Verfahren zum Routen von Verbindungen in einem ATM-Netz

5 Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Routen von Verbindungen in einem verbindungsorientierten Kommunikationsnetz, welches Vermittlungsknoten und Übertragungswege zwischen den Knoten enthält, wobei den Knoten Routingprozessoren zugeordnet sind und mit Hilfe eines Routing-Algorithmus in
10 einem Routinsystem in Abhängigkeit von der Häufigkeit der Blockierungsereignisse der Übertragungswege eine Ausweichroute bestimmt wird.

Ein Verfahren dieser Art, allerdings bei einem leitungsvermittelnden Netz, ist in der AT 401 702 B der Anmelderin beschrieben. Dieses Dokument geht auch allgemein auf dynamische Routing-Verfahren und auf die damit verbundenen Nachteile, insbesondere den relativ hohen Aufwand ein und schlägt als
15 Lösung vor, daß Blockaden direkter Übertragungswege erfaßt und aus deren Häufigkeit der Belegungszustand der Übertragungswege ermittelt wird. Es wird weiters erläutert, daß aus Zielverkehrsdaten durch den Einsatz eines Routing-Management Prozessors die Wahrscheinlichkeit der Belegung von Übertragungswegen off-line berechnet werden kann und sich für eine
20 solche Berechnung beispielsweise der „Forward-Looking-Routing“ Algorithmus nach K. R. Krishnan, T. J. Ott in Forward-Looking Routing, A New State-Dependent Routing Scheme, Teletraffic Science for New Cost-Effective Systems, Networks and
25 Services, ITC-12 (1989) eignet.

30 Das Verfahren nach der AT 401 702 B berücksichtigt jedoch nur Verbindungen gleicher und konstanter Bandbreite, wie sie für herkömmliche Telefonverbindungen typisch sind, wobei z. B. die Bandbreite einer Verbindung 64 kbits/s beträgt. Für ATM-
35 Netze (Asynchronous Transfer Mode) ist hingegen eine konstante Bitrate der Ausnahmefall, denn Verbindungen können entsprechend der Verbindungswünsche der Teilnehmer mit unter-

schiedlicher und zeitlich variabler Bandbreite durchgeführt werden. Neben der gewünschten Bandbreite, z. B. 1 Mbit/s, enthalten Verbindungsanforderungen von Teilnehmern oft auch noch Information hinsichtlich der geforderten Verbindungsqualität.

ATM ist eine Netzwerktechnologie, die zum Transport beliebiger digitaler Information, wie reine Daten, Sprach- und Videodaten etc. geeignet ist, wobei die Bezeichnung ATM gelegentlich als Synonym für B-ISDN (= Broadband Integrated Services Digital Network) verwendet wird. Charakteristisch für ATM ist die Strukturierung in Zellen gleicher Länge. Die zu vermittelnde Information wird auf ATM-Zellen aufgeteilt, nämlich in Pakete zu 53 Byte, die einen Zellenkopf (Header) mit 5 Byte und Nutzinformation (Payload) zu 48 Byte tragen. Dabei identifiziert die Kopfinformation eine bestimmte virtuelle Verbindung. Im Gegensatz zu beispielsweise einem TDMA-Verfahren, bei welchem Zeitschlitzte verschiedenen Typen von Datenverkehr im vorhinein zugeordnet sind, wird der bei einer ATM-Schnittstelle ankommende Datenverkehr in die erwähnten 53-Byte-Zellen segmentiert und diese Zellen werden sequentiell, so wie sie erzeugt wurden, weitergesandt. Nähere Einzelheiten zu ATM sind der Literatur entnehmbar. Beispielsweise sei hier genannt: „ATM-Networks, Concepts, Protocols and Applications“, von Händel, Huber und Schröder, Verlag Addison-Wesley-Longman, 2. Aufl. 1994 (ISBN 0-201-42274-3).

Für ATM-Netze wurden seitens des ATM-Forums im Rahmen der sogenannten PNNI-Spezifikationen (PNNI = Private Network Node Interface, ATM Forum af-pnni-0055.000: PNNI V1.0; af-pnni-0066.000: PNNI V1.0 Addendum) Verfahren vorgeschlagen, welche einem Routingalgorithmus die in den ATM-Knoten jeweils zuletzt gemessenen Verkehrswerte zur Verfügung stellen. Dabei müssen alle ATM-Knoten zu durch den Algorithmus definierten Zeitpunkten die eigenen Verkehrswerte messen und an alle anderen Knoten innerhalb einer Gruppe nach einem sogenannten „Flooding“-Algorithmus weitergeben. Dadurch werden aber gera-

de in Hochlastsituationen die Netzressourcen durch den Daten-
Meß- und Verteilalgorithmus besonders stark belastet, wodurch
dieses Verfahren, das eigentlich das Problem der Suche nach
günstigen Übertragungswegen bei hoher Verkehrsbelastung lösen
5 sollte, selbst eine zusätzliche, gerade bei hoher Verkehrsbe-
lastung nicht erwünschte und beträchtliche Belastung des
Netzes bringt. In diesem Zusammenhang sei noch auf U. Grem-
melmaier, J. Püschner, M. Winter and P. Jocher, „Performance
Evaluation of the PNNI Routing Protocol using an Emulation
10 Tool“, ISS 97 XVI World Telecom Congress Proceedings, pp 401
- 408 verwiesen.

Eine Aufgabe der Erfindung liegt darin, ein Routingverfahren
anzugeben, welches in ATM-Netzen eine optimale Ausnutzung der
15 Übertragungsnetze gewährleistet.

Diese Aufgabe wird, ausgehend von einem Verfahren der ein-
gangs genannten Art dadurch gelöst, daß erfindungsgemäß in
den Routingprozessoren von Teilnehmern einlangende ATM-Ver-
20 bindungsanforderungen hinsichtlich der eingestellten Route
überprüft werden, bei Nichtverfügbarkeit dieser Route für die
spezifische Verbindungsanforderung eine negative Entscheidung
gemeldet und an das Routingsystem eine Überlaufmeldung abge-
geben wird, welche auch die zugehörige Zellraten-Anforderung
25 des Teilnehmers sowie den aktuellen Füllzustand des Übertra-
gungsweges enthält, und die Ausweichroute unter Berücksichti-
gung der Häufigkeit der Überlaufmeldungen für bestimmte Zell-
raten-Anforderungen von anderen Routen die Ausweichroute be-
stimmt wird.

30

Die Erfindung wertet somit jene Verbindungswunsch-Ereignisse
aus, bei denen es zuvor nicht gelang, die gewünschte Trans-
portkapazität auf einem vorgegebenen Übertragungsweg zwischen
Quellknoten und Zielknoten bereitzustellen, und liefert dem
35 Routingsystem auch Informationen betreffend die Zellraten-
Anforderung des Teilnehmers und den aktuellen Füllzustand des
Übertragungsweges, wodurch es dem Routingsystem ermöglicht

wird, geeignete, aus zwei oder mehreren Teilstrecken bestehende Alternativwege zu ermitteln.

Bei einer sehr wirkungsvollen Variante der Erfindung ist
5 vorgesehen, daß aus den Überlaufereignissen ein Histogramm
der Überlaufereignisse über der angeforderten Zellrate ange-
fertigt und/oder aktualisiert wird und aus diesem Histogramm
unter Zuhilfenahme einer bekannten und vorgegebenen Wahr-
scheinlichkeitsverteilung der Zellraten-Werte aller Verbin-
10 dungswünsche ein aktueller Wert des Füllzustandes für den
betroffenen Übertragungsweg näherungsweise berechnet wird.
Dabei wird vorausgesetzt, daß die Wahrscheinlichkeitsvertei-
lung der Zellraten-Anforderungen der Gesamtheit aller Verbin-
dungswünsche auf dem betroffenen Übertragungsweg langfristig
15 konstant oder vorhersagbar zeitlich veränderlich sind. Die
Histogramme werden zweckmäßigerweise in einer regionalen
Routingsteuerung für sämtliche Übertragungswege einer Region
erstellt, da dies rasch und mit vergleichsweise geringem
Aufwand erfolgen kann. Zu vorgegebenen Zeitpunkten können die
20 Histogramme seitens regionaler Routingsteuerungen untereinan-
der ausgetauscht werden, um diese Information letztlich dem
gesamten Netz zur Verfügung zu stellen.

Weiters empfiehlt es sich, wenn die in einer regionalen Rou-
25 tingsteuerung bestimmte Ausweichroute dem Quellknoten bzw.
einem ihm zugeordneten Routingprozessor übermittelt wird.

Zur Erhöhung der Genauigkeit der Berechnung der aktuellen
Füllzustände kann vorgesehen sein, daß die Überlaufmeldung
30 weitere, die Art der angeforderten Verbindung betreffende
Parameter enthält. Insbesondere kann die Überlaufmeldung
einen Qualitätsparameter enthalten.

Da erfahrungsgemäß Überlaufereignisse kaum singulär sondern
35 meist gehäuft auftreten, kann es in vielen Fällen ökonomisch
sein, wenn entsprechend von Vorgaben des Routingsystems le-

diglich ein bestimmter Anteil der Überlaufereignisse an das Routingsystem gemeldet wird.

5 Eine Erhöhung der Genauigkeit der Berechnung läßt sich auch erreichen, wenn zusätzlich zu den Überlaufmeldungen zu vorgegebenen Zeitpunkten Statusmeldungen an das Routingsystem abgegeben werden. Dabei können die Statusmeldungen den Ist-Füllzustand der Übertragungswege beinhalten.

10 Von Vorteil kann es sein, wenn die Meldung einer negativen Entscheidung ab einem vorgebbaren Füllzustand der Route auch für solche Verbindungswünsche erfolgt, deren Zellraten-Anforderungen bei diesem Füllzustand erfüllbar wären. Falls nämlich ein Übertragungsweg ständig oder häufig einen Be-
15 stimmten Füllzustand und daher nur noch eine bestimmte verfügbare freie Transportkapazität (AvCR = Available Cell Rate) aufweist, würden sämtliche Verbindungswünsche mit einer Zellrate, die über dieser freien Transportkapazität liegen zurückgewiesen, Verbindungswünsche mit kleiner Zellrate würden
20 jedoch immer zugelassen und wieder freie Transportkapazität belegen, sodaß letztlich Verbindungen mit hoher Zellrate nie oder nur sehr selten erfolgen könnten. Die genannte Maßnahme führt eine „Fairness“ ein, welche das Ungleichgewicht in der Bevorzugung zwischen Verbindungswünschen mit kleiner Zellrate
25 und solchen mit hoher Zellrate auszugleichen vermag.

Es kann dabei vorgesehen sein, daß Meldungen negativer Entscheidungen bei an sich erfüllbaren Zellraten-Anforderungen nach einem vorgebbaren, z. B. einem pseudostochastischen
30 Muster erfolgen. Auf diese Weise kann man die zuvor erwähnte „Fairness“ qualifiziert gewichten. Beispielsweise kann man jede zweite oder dritte Anforderung mit niedriger Zellrate zurückweisen.

35 Die Erfindung samt weiterer Vorteile ist im folgenden an Hand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert. In dieser zeigen

Fig. 1 schematisch ein ATM-Übertragungsnetz mit einem Routingsystem und

5 Fig. 2 den Zusammenhang zwischen verschiedenen Zellraten in einem Diagramm

Gemäß Fig. 1 enthält ein ATM-Kommunikationsnetz ANE Vermittlungsknoten K_i , K_j und zwischen den Knoten Übertragungswege U_{ij} . Übertragungswege zwischen Knoten werden als sogenannte ATM-VPC oder virtuelle Pfade (VPC = Virtual Path Connections) realisiert. Dabei handelt es sich um logische Verbindungen zwischen beliebigen und auch nicht benachbarten Knoten. Eine Anzahl von Knoten kann zu einer Domäne zusammengefaßt sein, wie in Fig. 1, in der zwei Domänen DOA, DOB gezeigt sind, zwischen welchen virtuelle Pfade VPC bestehen. Den Knoten K_i sind Routingprozessoren RP_i zugeordnet. Diese können unter anderem Überlaufmeldungen uem an ein Routingsystem RSY senden, welches im vorliegenden Fall mehrere Routingsteuerungen RCP 1 RCP N besitzt, wobei die einzelnen Routingsteuerungen über Satelliten SAT Informationen austauschen können. Zwischen ATM-Netz ANE und Routingsteuerungen RCP 1 ... RCP N ist noch ein Signalisierungs- und/oder Datennetz SDN gelagert.

25 Die Routingprozessoren RP_i werden in diesem Ausführungsbeispiel zur Vereinfachung der Darstellung als eigene Einheiten dargestellt, es soll jedoch darauf hingewiesen werden, daß es nicht maßgeblich ist, wo sich die Routingprozessoren tatsächlich befinden oder ob jedem Knoten genau ein Routingprozessor zugeordnet ist und ob die Routingsprozessoren „Bestandteile“ der Knoten sind. Maßgeblich für den Begriff „Routingprozessor“ in der hier verwendeten Bedeutung sind die Aufgabe und die Funktion der Routingprozessoren.

35 Zu den Routingprozessoren RP_i gehört in der Regel auch eine Verbindungs-Zugangssteuerung CAC_i (CAC = Connection Admission

Control), welche letztlich die Entscheidung liefert, ob die gewünschte Transportkapazität auf einem vorgegebenen Übertragungsweg zwischen einem Quellknoten K_q und einem Zielknoten K_z bereitgestellt werden kann, wobei ein Teilnehmer TN_q als
5 Ursprungs- oder Quellteilnehmer und ein Teilnehmer TN_z als Zielteilnehmer schematisch in Fig. 1 eingezeichnet sind.

Nun sollte während eines Aufbaus einer Transportverbindung in einem ATM-Netz ein intelligenter Routingalgorithmus durch
10 eine netzweite Analyse der freien Transportkapazitäten der in Frage kommenden Teilstrecken eine oder mehrere optimale Transportrouten errechnen können. Die Spezifikationen des ATM-Forums, welche für alle Forum-Mitglieder über den http server, www.atmforum.com erhältlich sind, enthalten hinsichtlich der Zellraten und Transportkapazitäten die folgenden
15 Begriffsbestimmungen und Abkürzungen, die im folgenden unter Zuhilfenahme der Fig. 2 erläutert sind.

AvCR (Available Cell Rate) ist die freie Transportkapazität
20 auf einem Übertragungsweg
MaxCR (Maximum Cell Rate) ist die maximale Transportkapazität auf einem Übertragungsweg.
SCR (Sustainable Cell Rate) ist eine obere Grenze für die
25 mittlere angeforderte Bandbreite einer VBR (Variable Bit Rate) Verbindung. Im Falle einer CBR (Constant Bit Rate) Verbindung ist SCR mit PCR (Peak Cell Rate) gleichzusetzen. Im Falle einer ABR (Available Bit Rate) Verbindung kann SCR mit MCR (Minimum Cell Rate) identifiziert werden.
30 ASR (Aggregate Sustained Rate) ist die Summe der SCR (bzw. PCR oder MCR) der aktiven Verbindungen.
CRM (Cell Rate Margin) ist ein „Sicherheitsbereich“, der dafür sorgt, daß Bitraten-Schwankungen in aktiven Verbindungen zu keinen unakzeptablen Zell-Verlusten oder
35 Verzögerungen führen.
AAC (Actual Allocated Capacity) ist die als belegt zu betrachtende Transportkapazität eines Übertragungsweges.

Das Routingsystem sollte nun mit ausreichender Genauigkeit Informationen über den aktuellen Füllzustand, d. h. den ASR-Wert, sämtlicher Übertragungswege besitzen, um optimale Routen wählen zu können. Wie zuvor erwähnt würde aber insbesondere in großen Netzen das häufige Messen, Sammeln und Verteilen der benötigten Daten zu unverhältnismäßig hohen Verarbeitungs- und Übertragungsanforderungen führen, wobei dafür zusätzliche Netzkapazitäten erforderlich wären.

10

Das im folgenden beschriebene Verfahren nach der Erfindung bezweckt demgegenüber, die aktuellen ASR-Werte der kritischen, d. h. der am stärksten belasteten Übertragungswege mit geringem Aufwand zu ermitteln und dem Routingsystem zur Verfügung zu stellen.

15

Wenn ein Verbindungswunsch, von einem Quellteilnehmer TN_q ausgehend bei dem Knoten K_q , dem Quellknoten einlangt, wird in dem Knoten bzw. einem zugehörigen Routingsprozessor RP_q dieser Verbindungswunsch hinsichtlich der eingestellten Route zu dem vorgegebenen Zielknoten K_z überprüft. Dazu ist anzumerken, daß in bzw. bei jedem Knoten Routingtabellen vorliegen, welche vorgegebene Übertragungswege zu anderen Knoten enthalten.

25

Falls nun die für die spezifische Verbindungsanforderung vorgesehene Route nicht verfügbar ist, da die angeforderte Bandbreite, z. B. die SCR mit der auf diesem Übertragungsweg noch vorhandenen freien Transportkapazität $AvCR$ nicht in Einklang zu bringen ist, wird eine negative Entscheidung gemeldet und eine Überlaufmeldung uem abgegeben. Diese Meldung eines sogenannten Überlaufereignisses wird dem Routingsystem RSY bekanntgegeben, wobei wesentlich ist, daß diese Meldung uem auch die dem Überlaufereignis zugrunde gelegene Zellratenanforderung des Teilnehmers T_q enthält, d. h. die angeforderte Bandbreite, und weiters den aktuellen Füllzustand des Übertragungswege, somit den ASR-Wert.

35

In dem Routingsystem werden diese, mit Überlaufmeldungen
gelieferten Werte gesammelt und ausgewertet, wodurch das
Routingsystem geeignete, aus mehreren Teilstrecken bestehende
5 Alternativwege ermitteln kann. Zur Verarbeitung der dem Rou-
tingsystem zur Verfügung gestellten Informationen zum Zwecke
der Bestimmung von Ausweichrouten gibt es dann natürlich eine
Vielfalt von Möglichkeiten.

10 Eine sehr wirkungsvolle Variante sieht dabei vor, daß ein
Histogramm der Überlaufereignisse über der angeforderten
Zellrate angefertigt bzw. aktualisiert wird. Wenn weiters
eine Wahrscheinlichkeitsverteilung der Zellratenwerte aller
Verbindungswünsche bekannt ist, kann unter Zuhilfenahme die-
15 ser Wahrscheinlichkeitverteilung für den betroffenen Übertra-
gungsweg ein aktueller Wert des Füllzustandes d. h. des ASR-
Wertes, näherungsweise berechnet werden.

Es ist weiters zu bedenken, daß Überlaufereignisse kaum ver-
20 einzelt, sondern fast immer gehäuft, d. h. eines nach dem
anderen auftreten. Diese Tatsache nutzend kann man vorsehen,
daß entsprechend einer Vorgabe des Routingsystems RSY nicht
jedes Überlaufereignis an das Routingsystem gemeldet wird,
sondern z. B. nur jedes zweite, dritte etc., ganz allgemein
25 ein bestimmter Anteil, der dem Routingsystem, da von diesem
vorgegeben, auch bekannt ist und bei der folgenden Berechnung
zu berücksichtigen ist.

Ein wesentlicher Aspekt der Erfindung liegt auch darin, daß
30 die Überlaufereignisse nicht in den Knoten K_i des ATM-Netzes
ausgewertet sondern an regionale Routingsteuerungen RCP 1 ...
RCP N weitergeleitet werden. Jede regionale Routingsteuerung
erstellt die Histogramme für sämtliche Übertragungswege ihrer
Region und kann dann die Verkehrsbelastung auf diesen Über-
35 tragungswegen näherungsweise abschätzen. Damit diese regional
bekannten Daten dem gesamten Netz zur Verfügung stehen, müs-
sen die regionalen Routingsteuerungen RCP 1 ... RCP N die für

die Verkehrsbelastung spezifischen Daten in geeigneten Abständen untereinander austauschen, was z. B. über ein getrenntes Netz SDN (Fig. 1) und/oder über Satelliten erfolgen kann. Unter einer „Region“ kann eine in Fig. 1 schematisch
5 dargestellte Domaine DOA, DOB verstanden werden.

Die jeweils zuständige Routingsteuerung RCP 1 ... RCP N kann auf Basis der ihr bekannten aktuellen Verkehrsbelastung auf allen Übertragungswegen im ATM-Netz ANE einen Routingalgorithmus durchführen, der die optimale Route für einen Verbindungswunsch liefert, und diese optimale Route wird dann dem
10 Quellknoten K_q bzw. einem ihm zugeordneten Routingprozessor RP_q bekannt gegeben. Natürlich kann die Erfindung im Zusammenhang mit verteilten Routingalgorithmen ebenso wie für
15 zentralisierte oder - wie eben beschrieben - regionalisierte Routingalgorithmen eingesetzt werden.

Um die Genauigkeit der Berechnung zu erhöhen, kann man vorsehen, daß die Überlaufmeldungen weitere Parameter enthalten,
20 welche die Art der angeforderten Verbindung betreffende Parameter enthält. Beispielsweise enthalten Verbindungsanforderungen außer der benötigten Bandbreite, d. h. Zellrate, auch einen Qualitätsparameter („Quality of Service“), der unter anderem die maximale Verzögerung der Zellen betrifft.

25 Ein weiteres, für ATM-Netze spezifisches Problem kann sich ergeben, falls ein Übertragungsweg ständig einen sehr hohen Füllzustand, d. h. ASR-Wert aufweist. Dann werden nämlich Gesprächsanforderungen mit einer hohen Bandbreite, welche die
30 freie Transportkapazität $AvCR$ (die ja nun gering ist) übersteigt, immer zurückgewiesen und es werden nur Wünsche mit geringer Bandbreiteanforderung erfüllt. Diese füllen wieder den Übertragungsweg an und es ist klar, daß schließlich Verbindungswünsche mit hoher Bandbreiteanforderung keine Chance
35 auf Erfüllung haben. Man kann hier eine „Fairness Politik“ beispielsweise dadurch einführen, daß ab einem vorgegebenen bzw. vorgebbaren Füllzustand des Übertragungsweges solche

Verbindungswünsche, deren Zellraten (Bandbreiten-)Anforderungen bei diesem Füllzustand an sich erfüllbar wären, zurückgewiesen werden, d. h. eine negative Entscheidung durch die Verbindungs-Zugangssteuerung CAC getroffen und gemeldet wird. Derartige Meldungen negativer Entscheidungen können nach einem vorgebbaren Muster erfolgen, das regelmäßig - z.B. jeder zweite oder dritte Verbindungswunsch wird zurückgewiesen - oder stochastisch bzw. pseudostochastisch - z. B. im Mittel wird ein bestimmter Prozentsatz der Verbindungswünsche zurückgewiesen - sein kann.

Eine genaue Berechnung des ASR-Wertes wird möglich, wenn dem Routingsystem nicht nur Überlaufereignisse gemeldet werden. Insbesondere können bestimmte Statusmeldungen, wie beispielsweise der Ist-Füllzustand der Übertragungswege zu vorgegebenen Zeitpunkten an das Routingsystem gesandt werden. Die Zeitpunkte können beispielsweise jene sein, die in den PNNI-Spezifikationen des ATM-Forums für das Versenden, nämlich das bereits eingangs erwähnte „Flooding“ der sogenannten „Topology State Packets“ vorgesehen sind. Das Routingsystem kann die Statusmeldungen sodann in die ASR-Berechnung mit einbeziehen und danach die Genauigkeit der ermittelten Werte verbessern.

Wenngleich es sich nicht um einen unmittelbaren Gegenstand der Erfindung handelt, soll kurz auf die Möglichkeiten für die Auswertung der erfindungsgemäß an das Routingsystem gelieferten Daten eingegangen werden. Wie bereits erwähnt, wird ein Histogramm angefertigt, welches auch Überlaufhistogramm genannt werden kann, da es für jeden Übertragungsweg die Überlaufereignisse in Abhängigkeit von der angeforderten, mit dem Überlaufereignis verbundenen Zellrate enthält.

Andererseits wird die Wahrscheinlichkeitsverteilung aller Verbindungswünsche, d. h. deren Zellratenwerte als bekannt vorausgesetzt. Man kann diese Verteilung über längere Zeiträume ermitteln und - falls erforderlich - natürlich immer

wieder aktualisieren. Durch wahrscheinlichkeitstheoretische Überlegungen kann ein mathematischer Zusammenhang angegeben werden, der es ermöglicht aus dem Histogramm der Überlaufereignisse und aus dem Histogramm der bekannten Zellraten der Verbindungswünsche näherungsweise einen aktuellen ASR-Wert zu berechnen. Für den Fall herkömmlicher Telefonverbindungen wurde ein entsprechendes Berechnungsverfahren in „Performance evaluation of dynamic routing based on the use of satellites and intelligent networks“, L. Bella, F. Chummun, M. Conte, G. Fischer and J. Rammer, Wireless Networks 4 (1998), P. 167 - 180, J. C. Baltzer AG, Science Publishes, angegeben.

Eine Möglichkeit zur Ermittlung näherungsweise ASR-Werte aus dem Histogramm der Überlaufwerte und aus einem bekannten Histogramm der Verbindungswünsche wird nachstehend angegeben.

Die auf dem Übertragungsweg auftretenden Verbindungswünsche werden gemäß ihrer Zellratenanforderung in Klassen von 1 bis K eingeteilt. Die i -te Klasse fordert demnach eine Zellrate von b_i Zellen pro Sekunde ($i = 1, \dots, K$). Dabei ist K die Zahl der möglichen unterschiedlichen Zellratenanforderungen.

Die Zahl der in einem Zeitintervall T beobachteten Überlaufmeldungen von ATM Verbindungswünschen des Typs i wird im folgenden mit n_i bezeichnet. Das K -Tupel (n_1, \dots, n_K) ist somit das über den Zeitraum T beobachtete Histogramm der Überlaufmeldungen. Das K -Tupel (p_1, \dots, p_K) bezeichnet die als bekannt vorausgesetzte Wahrscheinlichkeitsverteilung der Zellraten der Verbindungswünsche, wobei $\sum_i p_i = 1$. Das normierte Histogramm (p_1, \dots, p_K) kann beispielsweise durch Messungen im voraus bestimmt und falls erforderlich aktualisiert werden.

Zur Bestimmung der Anforderungsrate λ der Verbindungswünsche kann der folgende Zusammenhang herangezogen werden:

$$n_i = \lambda T p_i P\{\text{Wunsch vom Typ } i \text{ wird zurückgewiesen} | \lambda\},$$

$$(i = 1, \dots, K). \quad (1)$$

Es ist $P\{\text{Wunsch vom Typ } i \text{ wird zurückgewiesen} | \lambda\} =: B_i$ die bedingte Wahrscheinlichkeit für eine Zurückweisung eines Verbindungswunsches vom Type i durch die Verbindungs-Zugangssteuerung CAC, gegeben die Rate λ . B_i wird unter anderem durch die Rate λ und durch eine etwaige Fairness-Politik wie bereits weiter oben erläutert, bestimmt. Allgemein besteht der folgende Zusammenhang: $B_i = P\{\text{verfügbare Zellrate} < b_i | \lambda\} + P\{\text{verfügbare Zellrate} \geq b_i | \lambda\} \cdot P\{\text{Zurückweisung bedingt durch Fairness-Politik}\}$, wobei b_i wie oben definiert die geforderte Zellrate bedeutet. ($i=1, \dots, K$). Mit Hilfe von Gleichung (1) kann aus dem Histogramm (n_1, \dots, n_K) und den gegebenen Parametern die Rate λ numerisch bestimmt werden.

Aus der Rate λ , der Verteilung (p_1, \dots, p_K) , den Mittelwerten der Verbindungsdauern τ_1, \dots, τ_K , den Zellraten b_1, \dots, b_K und der Kapazität C des Übertragungsweges wird, beispielsweise gemäß J.S. Kaufman, „Blocking in a Shared Resource Environment“, IEEE Transaction on Communications, COM-29, Nr. 10, pp.1474-1481, October 1981, die stationäre Wahrscheinlichkeitsverteilung der Belegung X des Übertragungsweges berechnet. Die Wahrscheinlichkeit B_i kann aus dieser Verteilung unter Berücksichtigung einer etwaigen „Fairness-Politik“ berechnet werden.

Das zeitabhängige Verhalten der Belegung X kann analog zu der vorhin genannten Literaturstelle „Performance Evaluation on.....“ durch die folgende Differentialgleichung beschrieben werden:

$$\frac{dX}{dt} = \sum_{i=1}^K \left(\bar{\lambda}_i(X) - \frac{m_i(X)}{\tau_i} \right) \cdot b_i \quad (2)$$

Dabei ist $\bar{\lambda}_i(X)$ die Aufbaurrate von Verbindungen vom Typ i bei Belegung X ($i = 1, \dots, K$), und $m_i(X)$ ist die mittlere Anzahl

von bestehenden Verbindungen vom Typ i ($i = 1, \dots, K$), bei einer Belegung X .

Zur Lösung der Gleichung (2) können die Funktionen $m_i(X)$

5 näherungsweise wie folgt angenommen werden: $m_i(X) = X \cdot \frac{m_i}{X_\infty}$,

wobei m_i die mittlere Anzahl an bestehenden Verbindung vom Typ i ($i = 1, \dots, K$) im stationären Fall ist und zum Beispiel nach der zuvor erwähnten Literaturstelle „Blocking in a Shared Resource...“ berechnet werden kann. Die Konstante X_∞ die
10 auch als asymptotische Belegung bezeichnet werden kann (vgl. weiter unten Gleichung (5) beschreibt die mittlere Belegung und ist durch

$$X_\infty = \lambda \cdot \sum_{i=1}^K p_i b_i \tau_i (1 - B_i) \quad (3)$$

15

gegeben. Der Ausdruck $\sum_{i=1}^K \bar{\lambda}_i(X) b_i$ kann, ähnlich wie in der Literaturstelle „Performance Evaluation.....“, zur näherungsweisen Lösung von (2) ebenfalls als lineare Funktion $\bar{\lambda}(X)$ angenommen werden, welche die folgenden Bedingungen erfüllt:

20

$$\bar{\lambda}(X_\infty) = \lambda \cdot \sum_{i=1}^K p_i b_i (1 - B_i), \quad (4a)$$

$$\bar{\lambda}(X_s) = \lambda \cdot \sum_{i=1}^K p_i b_i (1 - B_i(C - X_s + \bar{\lambda}(X_s))), \quad (4b)$$

wobei C die Kapazität des Übertragungsweges ist. $B_i(C - X_s + \bar{\lambda}(X_s))$ ist die Wahrscheinlichkeit einer Zurückweisung für
25 einen Ruf des Typs i , wenn die Kapazität des Übertragungsweges auf $C - X_s + \bar{\lambda}(X_s)$ reduziert wird. Es gilt $B_i(C) = B_i$. Der Stützpunkt X_s muss geeignet gewählt werden.

30 Nach Einsetzen dieser linearen Näherungsfunktionen liefert die Differentialgleichung (2) eine Lösung für die zeitabhängige Belegung $X(t)$ der Form:

$$X(t) = X_{\infty} + (X_0 - X_{\infty}) e^{-\frac{t-t_0}{\tau}}, \quad (5)$$

wobei die Konstante X_0 die Belegung zum Zeitpunkt t_0 des letzten Überlaufs, und τ eine Abklingzeit bedeutet.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Routen von Verbindungen in einem verbindungsorientierten Kommunikationsnetz, welches Vermittlungsknoten (K_i) und Übertragungswege (U_{ij}) zwischen den Knoten enthält, wobei den Knoten Routingprozessoren (RP_i) zugeordnet sind und mit Hilfe eines Routing-Algorithmus in einem Routingsystem (RSY) in Abhängigkeit von der Häufigkeit der Blockierungsereignisse der Übertragungswege eine Ausweichroute bestimmt wird,
dadurch gekennzeichnet,
daß in den Routingprozessoren (RP_i) von Teilnehmern einlangende ATM-Verbindungsanforderungen hinsichtlich der eingestellten Route überprüft werden, bei Nichtverfügbarkeit dieser Route für die spezifische Verbindungsanforderung eine negative Entscheidung gemeldet und an das Routingsystem (RSY) eine Überlaufmeldung abgegeben wird, welche auch die zugehörige Zellraten-Anforderung des Teilnehmers sowie den aktuellen Füllzustand des Übertragungsweges enthält, und die Ausweichroute unter Berücksichtigung der Häufigkeit der Überlaufmeldungen für bestimmte Zellraten-Anforderungen von anderen Routen die Ausweichroute bestimmt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß aus den Überlaufereignissen ein Histogramm der Überlaufereignisse über der angeforderten Zellrate angefertigt und/oder aktualisiert wird und aus diesem Histogramm unter Zuhilfenahme einer bekannten und vorgegebenen Wahrscheinlichkeitsverteilung der Zellraten-Werte aller Verbindungswünsche ein aktueller Wert des Füllzustandes für den betroffenen Übertragungsweg näherungsweise berechnet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,

daß die Histogramme in einer regionalen Routingsteuerung (RCP 1 ... RCP N) für sämtliche Übertragungswege einer Region erstellt werden.

5 4. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Histogramme seitens regionaler Routingsteuerungen
(RCP 1 ... RCP N) zu vorgebbaren Zeitpunkten untereinander
ausgetauscht werden.

10 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß die in einer regionalen Routingsteuerung (RCP 1 ... RCP
N) bestimmte Ausweichroute dem Quellknoten (K_q) bzw. einem
15 ihm zugeordneten Routingprozessor (RP_q) übermittelt wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Überlaufmeldung weitere, die Art der angeforderten
20 Verbindung betreffende Parameter enthält.

7. Verfahren nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Überlaufmeldung einen Qualitätsparameter enthält.
25

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß entsprechend von Vorgaben des Routingsystems (RSY) ledig-
lich ein bestimmter Anteil der Überlaufereignisse an das Rou-
30 tingsystem gemeldet wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
daß zusätzlich zu den Überlaufmeldungen zu vorgegebenen Zeit-
35 punkten Statusmeldungen an das Routingsystem abgegeben wer-
den.

10. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Statusmeldungen den Ist-Füllzustand der Übertragungs-
wege beinhalten.

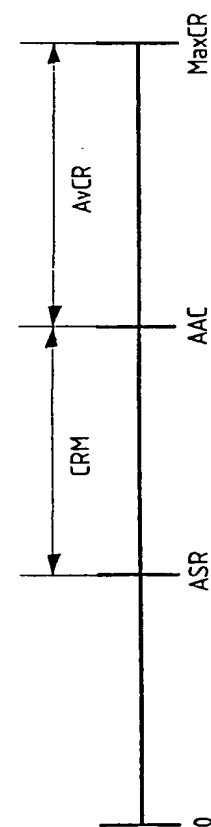
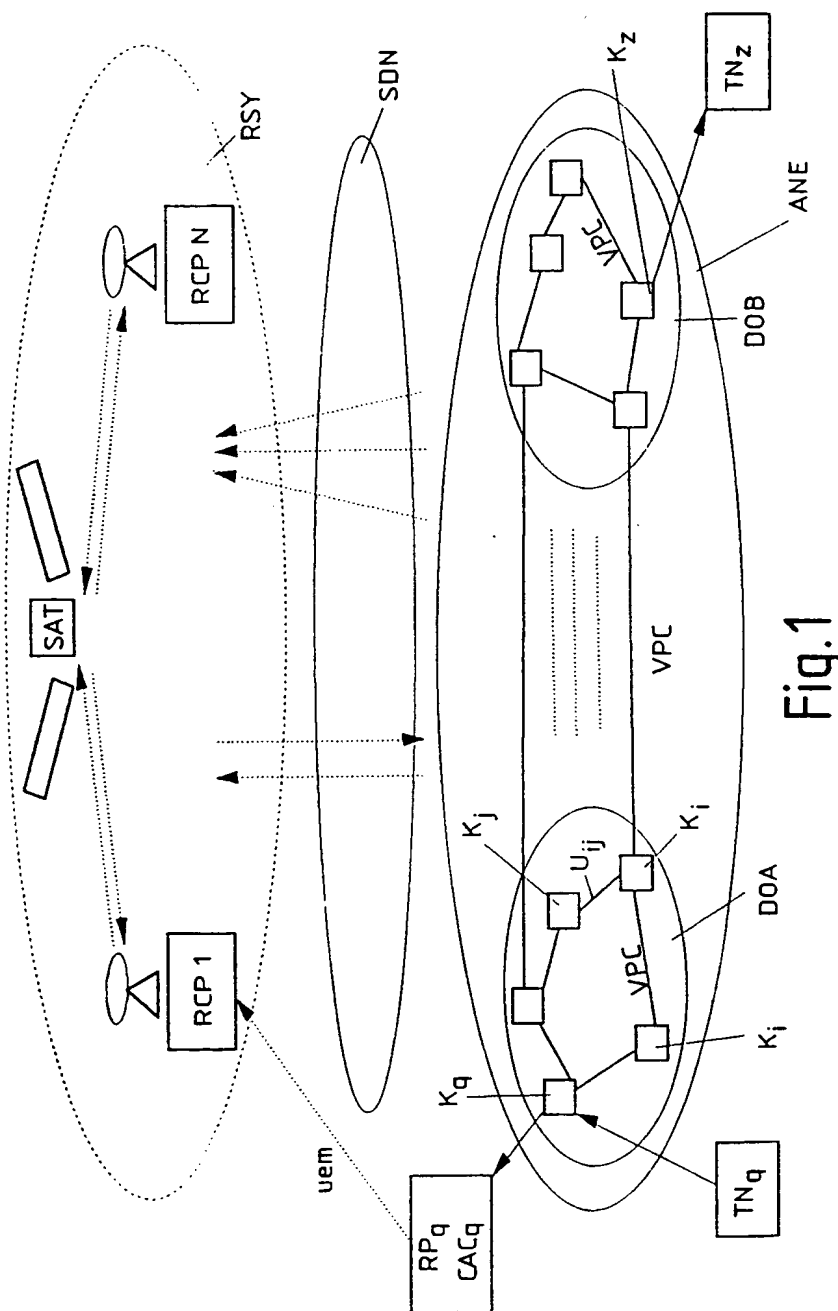
5

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Meldung einer negativen Entscheidung ab einem vorgeb-
baren Füllzustand der Route auch für solche Verbindungswün-
sche erfolgt, deren Zellraten-Anforderungen bei diesem Füll-
zustand erfüllbar wären.

10

12. Verfahren nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
daß Meldungen negativer Entscheidungen bei an sich erfüllba-
ren Zellraten-Anforderungen nach einem vorgebbaren, z. B.
einem pseudostochastischen Muster erfolgen.

15



THIS PAGE BLANK (USPTO)

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ :

H04Q 11/04, H04L 12/56

A3

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/11906

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum:

2. März 2000 (02.03.00)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/02484

(22) Internationales Anmeldedatum: 9. August 1999 (09.08.99)

(30) Prioritätsdaten:
198 37 243.4 17. August 1998 (17.08.98) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS
AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2,
D-80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): RAMMER, Josef [AT/AT];
Ettenreichgasse 40/11, A-1100 Wien (AT). CONTE, Marco
[IT/AT]; Pohlsgasse 8/3/3, A-1120 Wien (AT). FISCHER,
Gerhard [AT/AT]; Schenkendorfsgasse 48, A-1210 Wien
(AT). BELLA, Luigi [IT/NL]; Jan van Henegouwenweg 32,
NL-2202 HZ Noordwijk a/ze (NL). CHUMMUN, Ferial
[CA/NL]; Rapenburg 27, NL-2311 GG Leiden (NL).

(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-
SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D-80506 München
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten: CA, US, europäisches Patent (AT, BE,
CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE).

Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.

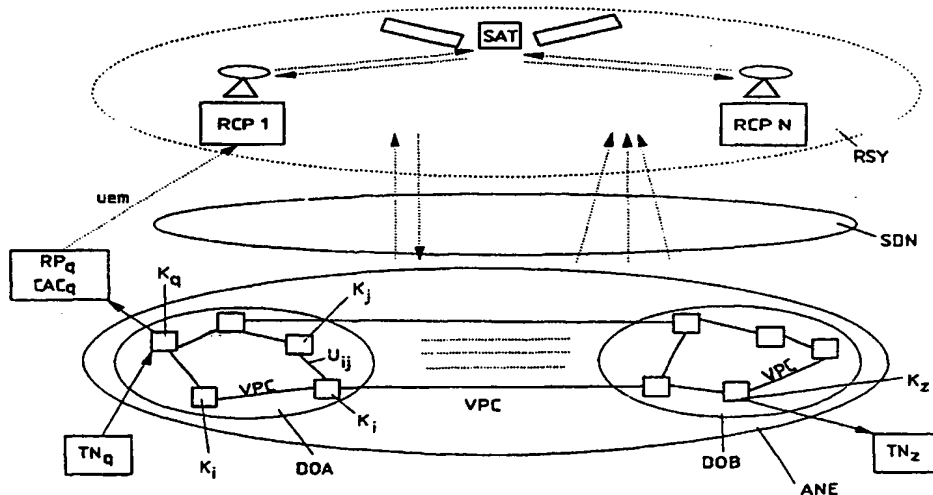
(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen Recherchenbe-
richts: 8. Juni 2000 (08.06.00)

(54) Title: METHOD FOR ROUTING CONNECTIONS IN AN ATM NETWORK

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM ROUTEN VON VERBINDUNGEN IN EINEM ATM-NETZ

(57) Abstract

A method for routing connections in a connection-oriented communication network containing switching nodes (K_i) and transmission paths (U_{ij}) between the nodes. Routing processors (RP_i) are allocated to said nodes and an alternate route is determined by means of a routing algorithm in a routing system (RSY) according to the frequency of congestion in the transmission paths. ATM connection requests from subscribers are checked in the routing processors (RP_i) against the controlled route. A negative decision is indicated when said route is not available for a specific connection request and an overflow message is sent to the routing system (RSY) containing the subscriber's relevant cell rate request and the current fill status of the transmission path. The alternate route is determined by taking into account the frequency of overflow messages for specific cell rate requests from other routes.



(57) Zusammenfassung

Ein Verfahren zum Routen von Verbindungen in einem verbindungsorientierten Kommunikationsnetz, welches Vermittlungsknoten (K_i) und Übertragungswege (U_{ij}) zwischen den Knoten enthält, bei welchem den Knoten Routingprozessoren (RP_i) zugeordnet sind und mit Hilfe eines Routing-Algorithmus in einem Routingsystem (RSY) in Abhängigkeit von der Häufigkeit der Blockierungsereignisse der Übertragungswege eine Ausweichroute bestimmt wird, in den Routingprozessoren (RP_i) von Teilnehmern einlangende ATM-Verbindungsanforderungen hinsichtlich der eingestellten Route überprüft werden, bei Nichtverfügbarkeit dieser Route für die spezifische Verbindungsanforderung eine negative Entscheidung gemeldet und an das Routingsystem (RSY) eine Überlaufmeldung abgegeben wird, welche auch die zugehörige Zellraten-Anforderung des Teilnehmers sowie den aktuellen Füllzustand des Übertragungsweges enthält, und die Ausweichroute unter Berücksichtigung der Häufigkeit der Überlaufmeldungen für bestimmte Zellraten-Anforderungen von anderen Routen die Ausweichroute bestimmt wird.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshon	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauritanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

onal Application No
PCT/DE 99/02484

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H04Q11/04 H04L12/56

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 H04Q

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KO T -M ET AL: "LEAST MEASURED COST ROUTING IN VP-BASED ATM NETWORKS" GLOBAL TELECOMMUNICATIONS CONFERENCE (GLOBECOM),US,NEW YORK, IEEE,1997, pages 1820-1824, XP000737833 ISBN: 0-7803-4199-6 paragraph '0001!	1
A		2-12
A	MATTA I ET AL: "PACKING AND LEAST-LOADED BASED ROUTING IN MULTI-RATE LOSS NETWORKS" IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMMUNICATIONS (ICC),US,NEW YORK, IEEE, 1997, pages 827-831, XP000742055 ISBN: 0-7803-3926-6	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☐ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 February 2000

Date of mailing of the international search report

18/02/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Staessen, B

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Abkürzungszeichen

PCT/DE 99/02484

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H04Q11/04 H04L12/56

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H04Q

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	KO T -M ET AL: "LEAST MEASURED COST ROUTING IN VP-BASED ATM NETWORKS" GLOBAL TELECOMMUNICATIONS CONFERENCE (GLOBECOM), US, NEW YORK, IEEE, 1997, Seiten 1820-1824, XP000737833 ISBN: 0-7803-4199-6 Absatz '0001!	1
A		2-12
A	MATTA I ET AL: "PACKING AND LEAST-LOADED BASED ROUTING IN MULTI-RATE LOSS NETWORKS" IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMMUNICATIONS (ICC), US, NEW YORK, IEEE, 1997, Seiten 827-831, XP000742055 ISBN: 0-7803-3926-6	1



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

4. Februar 2000

Abgeschlossenheit des internationalen Recherchenberichts

18/02/2000

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Staessen, B

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)